

METHOD FOR PRODUCING A DENTAL PROSTHESIS

Patent number: DE19938144

Publication date: 2001-04-19

Inventor:

FRANK SYBILLE (DE); HAUPTMANN HOLGER (DE);
HOESCHELER STEFAN (DE); SCHNAGL ROBERT
(DE); SUTTOR DANIEL (DE)

Applicant:

ESPE DENTAL AG (DE)

Classification:

- International: A61C13/00; A61K6/06; A61C13/00; A61K6/02; (IPC1-

- european: A61C13/00C; A61K6/06

Application number: DE19991038144 19990316

Priority number(s): DE19991038144 19990316

Also published as:

WO0112097 (A1)

EP1206223 (A1)

CA2380576 (A1)

EP1206223 (B1)

AU767073 (B2)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE19938144

Abstract of corresponding document: [WO0112097](#)

The invention relates to a method for producing a dental prosthesis comprising the following steps: a) preparing a blank; b) machining the blank using milling methods; c) dense sintering the blank at a temperature ranging from 1200 to 1650 DEG C, whereby the blank comprises a presintered material and has a raw resistance to breaking ranging from 15 to 30 Mpa.

[Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide](#)

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Patentschrift**
(10) DE 199 38 144 C 2

A 61 C 13/00
A 61 C 13/08
A 61 C 13/02
A 61 K 6/02

- (21) Aktenzeichen: 199 38 144.5-23
(22) Anmeldetag: 16. 8. 1999
(43) Offenlegungstag: 19. 4. 2001
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 8. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(23) Patentinhaber:
3M ESPE AG, 82229 Seefeld, DE

(24) Erfinder:
Frank, Sybille, 82229 Seefeld, DE; Hauptmann,
Holger, 82404 Sindelsdorf, DE; Höscheler, Stefan,
82229 Seefeld, DE; Schnagl, Robert, 86899
Landsberg, DE; Suttor, Daniel, Dr., 82229 Seefeld,
DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 43 34 493 A1
US 58 43 348 A
EP 08 24 897 A2
EP 06 34 149 A1
EP 06 30 622 A2
EP 01 60 797 B1

Rieger, W.: "Aluminium- und Zirkonoxidkeramik in
der Medizin". In: Industrie Diamanten Rundschau,
IDR 2/1993, S. 116-120;
"Zirconia Powder", Produktinformation der Fa.
Tosoh, 09/97, Tosoh Corp., Tokio, Japan;
Münz, D., Fett, T.: "Mechanisches Verhalten kera-
mischer Werkstoffe" Berlin u.a. Springer-Verlag,
1989, ISBN 3-540-51508-9;

- (54) Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz
(57) Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz, umfassend
die Schritte:
a) Bereitstellung eines Rohlings,
b) Bearbeiten des Rohlings durch fräsende Verfahren,
c) Dichtsintern des Rohlings in einem Temperaturbereich
von 1300 bis 1650°C,
wobei der Rohling ein vorgesintertes Material umfasst
und eine Rohbruchfestigkeit von 15 bis 30 MPa aufweist.

Beschreibung

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz gemäß Anspruch 1 sowie vorgesinterte Rohlinge aus Zirkonoxidkeramik gemäß Anspruch 7, ein Zahnersatzteil gemäß Anspruch 6 und die Verwendung eines Rohlings gemäß Anspruch 13.
- 5 [0002] Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz aus Rohlingen sind bereits im Stand der Technik beschrieben.
- [0003] So wird beispielsweise in der EP 0 160 797 B1 ein Rohling und dessen Verwendung zur Herstellung zahntechnischer Formteile mittels eines Schleifwerkzeugs beschrieben.
- 10 [0004] Ferner ist aus der EP 0 630 622 A2 und aus der EP 0 634 149 A1 ein Verfahren zur Herstellung keramischer Dentalprothesen bekannt, bei dem ein Rohling einer bestimmten Zusammensetzung mittels eines rotierenden Werkzeugs schleifend bearbeitet wird.
- [0005] Die US 5 843 348 A beschreibt einen Prozess zur Herstellung eines Materials mit keramischem Netzwerk, wobei mindestens ein Teil des nach einem Brennvorgang erhaltenen offenenporigen Netzwerks mit einem Silan-haltigen Beschichtungsmittel und einem lichthärtenden Monomer infiltriert wird. Die US 5 843 348 A beschreibt ferner die maschinelle Bearbeitung der entweder – beispielsweise durch Anwendung von Druck – in Form gebrachten oder von nach dem Informbringen dichtgesinterten und infiltrierten Rohlingen.
- 15 [0006] Die DE 43 34 493 A1 offenbart dentalkeramische Restaurationen mit mehrschichtigem Aufbau, wobei insbesondere eine glasartige Opaker-Schicht auf einen metallischen oder keramischen Kern aufgebracht wird.
- [0007] Die EP 0 824 897 A2 betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Dentalrestauration, wobei der bereitgestellte 20 und fräsend bearbeitete Rohling in einem besonderen Schritt mit einer Hochtemperatureinbettmasse unterlegt und anschließend bei Temperaturen von maximal 1150°C gebrannt wird.
- [0008] Unter Rohlingen wird ein nicht bearbeiteter Materialblock bzw. -pressling verstanden, der im weiteren durch die Bearbeitung einer Formgebung zugeführt wird. Diese Rohlinge können aus den verschiedensten Materialien, insbesondere Keramik, bestehen.
- 25 [0009] Keramischer Zahnersatz wird üblicherweise durch Schleifbearbeitung von dichtgesinterten Keramik-Rohlingen hergestellt. Nachteilig an der Bearbeitung von dichtgesinterten Rohlingen ist insbesondere deren hohe Härte, die zu langen Bearbeitungszeiten und hoher Werkzeugabnutzung führt. Dadurch sind die Kosten der Bearbeitung dieser Rohlinge sehr hoch. Ferner ist bei der Schleifbearbeitung kein definierter Materialabtrag möglich, so dass keine hochpräzisen Formen generiert werden können.
- 30 [0010] Die Bearbeitung von bis zu einem gewissen Härtegrad vorgesinterten Rohlingen wird in der EP 0 630 622 A2 auf Seite 3, Spalte 3, Zeile 13 ff. im Grundsatz erwähnt, wobei aber die Bearbeitung der Rohlinge durch Schleifverfahren beibehalten bleibt, die keine hochpräzise Form der beschliffenen Rohlinge gewährleisten. Weiterhin hat aus folgenden Gründen die Bearbeitung von vorgesinterten Rohlingen bisher nicht zu einer technischen Realisierung geführt: Die Dichtsinterung eines vorgesinterten Rohlings nach der Bearbeitung geht mit Dimensionsänderungen einher, die 35 schwierig zu berechnen und nur mittels komplizierter Verfahren auf die eigentlichen Fräsparameter zu beaufschlagen sind. Daher sind nachträgliche Korrekturen nach der Dichtsinterung an nicht-passgenauen Zahnersatzteilen notwendig. Diese müssen aufgrund der höheren Härte der dichtgesinterten Zahnersatzteile mittels abtragender Verfahren erfolgen und sind als sehr kritisch zu bewerten, da eine Selbsttheilung von Verletzungen der Oberflächenstrukturen, wie sie während des Dichtsinterprozesses stattfindet, nicht mehr nachgeholt werden kann. Der Stand der Technik beschreibt daher 40 kein anwendbares Verfahren, bei dem vorgesinterte Rohlinge zur Herstellung von passgenauem Zahnersatz verwendet werden können.
- [0011] Die Verwendung von vorgesinterten Rohlingen ist im Gegensatz zu dichtgesinterten Rohlingen vorteilhaft. So werden beispielsweise die Bearbeitungswerzeuge weniger stark abgenutzt, was zu längeren Standzeiten der Werkzeuge und dadurch zu erheblich verringerten Kosten führt. Auch ist die Herstellung feinster Mikrostrukturen erst möglich, indem der vorhersagbare Schrumpf der Keramik beim Dichtsintern zu einer weiteren Verkleinerung der erzeugten Mikrostrukturen führt. Die unvermeidliche Beschädigung der Keramik bei der Bearbeitung ist bei vorgesinterten Rohlingen im Rahmen des Dichtsinterprozesses heilbar.
- 45 [0012] Um Zahnersatz durch Bearbeiten im nicht-dichtgesinterten Zustand herstellen zu können, wird eine vollkommen homogene Verteilung der Härte und Dichte innerhalb einer Raumrichtung des keramischen Rohlings benötigt, die im besonderen auch nach der Vorsinterung des Rohlings erhalten bleibt. Ganz besonders kritisch sind kleinste Abweichungen in der Dichte- und Härteverteilung der Keramik, wenn filigrane Strukturen oder mehrgliedrige Brücken hergestellt werden sollen, da schon geringste Inhomogenitäten zu Sollbruchstellen führen, die die Haltbarkeit dieser komplexen Strukturen erheblich beeinträchtigen oder zu einem unterschiedlichen Sinterverhalten, welches am Verzug des Werkstückes beim Sintern erkennbar ist, führen. Ein derartiger Verzug führt jedoch zu schlechter Passgenauigkeit und damit 50 zur Unbrauchbarkeit des Zahnersatzes.
- [0013] Zusammenfassend besteht ein erheblicher Bedarf an Methoden zur Herstellung von passgenauem Zahnersatz durch die Verwendung von vorgesinterten keramischen Rohlingen.
- [0014] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von passgenauem, hochpräzisem Zahnersatz bei gleichzeitig kürzeren Bearbeitungszeiten und geringerer Werkzeugabnutzung zur Verfügung zu stellen.
- 55 [0015] Diese Aufgabe wird für das Verfahren durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und für das Zahnersatzteil durch die Merkmale des Patentanspruchs 6 gelöst.
- [0016] Bevorzugt ist ein Rohling mit einer Rohbruchfestigkeit von 23 bis 28 MPa.
- [0017] Unter Zahnersatz sind insbesondere Kronen sowie drei- und besonders mehrgliedrige Brücken zu verstehen.
- 60 [0018] Es wurde gefunden, dass die Bearbeitung von vorgesinterten Rohlingen, deren Rohbruchfestigkeit außerhalb dieses Intervalls liegt, nicht zu brauchbaren Ergebnissen führt. Im Falle von kleineren Rohbruchfestigkeiten resultieren zu weiche Rohlinge, im Falle von höheren Rohbruchfestigkeiten erhält man zu harte Rohlinge, die jeweils mit den üblichen Bearbeitungsverfahren nicht bearbeitet werden können.
- [0019] Die Bearbeitung der erfundungsgemäßen vorgesinterten Rohlinge kann prinzipiell mit fräsenden, schleifenden

oder erodierenden Verfahren durchgeführt werden. Besonders bevorzugt sind fräsende Verfahren. Durch die äußerst scharfen Schneidkanten der Fräswerkzeuge ist die Erzeugung feinster Mikrostrukturen möglich. Die Schneidkanten des Werkzeuges bleiben über einen langen Benutzungszeitraum scharf, da der Rohling im vorgesinterten Zustand nur eine geringe Härte aufweist. Bei der fräsenden Bearbeitung des Rohlings arbeitet das Werkzeug der Bearbeitungsmaschine bei der Grobbearbeitung beispielsweise mit einer Drehzahl von 5000 bis 40 000 Upm, bevorzugt 15 000 bis 25 000 Upm bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 20 bis 5000 mm/min, bevorzugt 500 bis 3500 mm/min. Die Feinbearbeitung erfolgt beispielsweise bei einer Drehzahl von 5000 bis 50 000 Upm, bevorzugt 18 000 bis 35 000 Upm mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 20 bis 5000 mm/min, bevorzugt 500 bis 3500 mm/min. Bei beiden Bearbeitungsstufen wird beispielweise ein Fräserdurchmesser von 0,8 bis 4 mm verwendet.

[0020] Besonders bevorzugt werden die Rohlinge ohne eine stützende Struktur bearbeitet. Der Bearbeitungsvorgang findet von der mit dem Zahnstumpf in Berührung stehenden und von der mit dem Zahnstumpf nicht in Berührung stehenden Seite des fertig bearbeiteten Zahnersatzteils statt.

[0021] Die Rohlinge können aus bekannten Dentalkeramiken bestehen. Unter Dentalkeramiken sind im Rahmen dieser Erfindung Zusammensetzungen zu verstehen, die neben den üblichen keramischen Bestandteilen gegebenenfalls auch noch andere Bestandteile, wie Sinterhilfsmittel oder Verunreinigungen (Zusätze) enthalten können. Die Angabe von Rezepturen in Form von Komponenten und Gew.-% bezieht sich stets auf ein Produkt, welches keine Zusätze mehr enthält. Selbstverständlich sind geringe Spuren von Zusätzen, auch in der vor- bzw. endgesinterten Keramik, aus kinetischen, thermodynamischen oder chemischen Gründen möglich und daher auch als im Schutzbereich dieser Erfindung enthalten zu verstehen.

[0022] Die erfindungsgemäßen Rohlinge weisen ferner eine bevorzugte Abweichung von der Linearität des Schrumpfes pro Raumrichtung auf, die kleiner als 0,05%, besonders bevorzugt kleiner als 0,01% ist.

[0023] Bevorzugt bestehen die erfindungsgemäßen Rohlinge aus Aluminiumoxid- oder Zirkonoxidkeramik. Besonders bevorzugt ist hierbei die Zirkonoxidkeramik.

[0024] Es ist bekannt, dass die Festigkeit von nichtmetallisch-anorganischen Systemen im allgemeinen vom kritischen Spannungsintensitätsfaktor KIC abhängt. Dieser Faktor ist bei amorphen Werkstoffen, beispielsweise Gläsern deutlich niedriger als bei rein kristallinen Systemen (D. Munz/T. Fett: Mechanisches Verhalten keramischer Werkstoffe, Springer-Verlag). Somit sinkt auch die Festigkeit von Keramiken, wenn sich amorphe Phasen an den Korngrenzen bilden.

[0025] Es ist auch Aufgabe der Erfindung, einen vorgesinterten Rohling aus Zirkonoxidkeramik zu schaffen, der besonders für das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz geeignet ist.

[0026] Diese Aufgabe wird für den vorgesinterten Rohling durch die Merkmale Patentanspruchs 7 und für die Verwendung des Rohlings durch die Merkmale des Patentanspruchs 13.

[0027] Überraschenderweise wurde festgestellt, dass Keramiken auf Zirkonoxidbasis mit einem Sinterzusatz von bis zu 0,50 Gew.-% mindestens eines der Oxide der Elemente Aluminium, Gallium, Germanium, Indium, Zinn, Blei, der Lanthanide eine besonders hohe und gleichmäßig verteilte Härte aufweisen. Sie sind daher besonders zur erfindungsgemäßen Herstellung von komplexem Zahnersatz und filigranen Strukturen geeignet.

[0028] Im Falle dieser Keramik wird der Vorsinterprozess in einem bevorzugten Temperaturbereich von 850°C bis 1000°C, besonders bevorzugt zwischen 950°C und 980°C durchgeführt, um die erfindungsgemäße Robbruchfestigkeit zu erzielen.

[0029] Derartige Keramiksysteme weisen bekanntermaßen die Neigung auf, anisotrop zu schrumpfen, haben also einen in die drei Raumrichtungen unterschiedlichen Schrumpf. Da dieser Schrumpf in jeder Raumrichtung in sich linear ist, sind diese Keramiken überraschenderweise zur Herstellung von extrem passgenauem und komplexem Zahnersatz äußerst geeignet.

[0030] Die Verwendung von Zirkonoxidkeramiken im medizinischen Bereich ist allgemein bekannt. Reines Zirkonoxid kann nicht für mechanische Anwendungen verwendet werden, da es beim Abkühlprozess nach dem Sintern sein Volumen durch Modifikationsänderungen zu stark verändert. Durch Zugabe von Magnesium-, Cer- oder Yttriumoxid lässt sich dieser Prozess aber eindämmen. Eine ausführliche Diskussion findet sich in "Aluminium- und Zirkonoxidkeramik in der Medizin", Sonderdruck aus Industrie Diamanten Rundschau, IDR 2/1993 sowie in der EP 0 634 149 A1.

[0031] Der Zusatz von bis zu 0,50 Gew.-%, bevorzugt 0,15 bis 0,50 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,20 bis 0,50 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt 0,25 bis 0,50 Gew.-% mindestens eines der Oxide der Elemente Aluminium, Gallium, Germanium, Indium, Zinn, Blei, der Lanthanide zu derartigen Keramiken führt zur Erniedrigung der Sintertemperatur und Erhöhung der Stabilität und der hydrolytischen Beständigkeit im Gebrauchszustand. Dieser Sachverhalt findet sich für das Oxid des Aluminiums in der Produktinformation der Firma Tosoh "Zirconia Powder" 09/97 wieder. Die Verwendung der Keramik zur Herstellung passgenauen Zahnersatzes ist hierin nicht nahe gelegt und überrascht aufgrund der oben diskutierten Problematik.

[0032] Im besonderen ist daher Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein vorgesinteterter Rohling aus Zirkonoxidkeramik der Zusammensetzung (1), enthaltend:

- A) 91 bis 98,45 Gew.-%, bevorzugt 91 bis 97,25 Gew.-% Zirkonoxid,
- B) 0 bis 3,5 Gew.-%, bevorzugt 0 bis 2,5 Gew.-% Hafniumoxid,
- C) 1,5 bis 6,0 Gew.-%, bevorzugt 2,5 bis 6,0 Gew.-% Yttriumoxid,
- D) 0,05 bis 0,50 Gew.-%, bevorzugt 0,15 bis 0,50 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,20 bis 0,50 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt 0,25 bis 0,50 Gew.-% mindestens eines der Oxide der Elemente Aluminium, Gallium, Germanium, Indium, Zinn, Blei, der Lanthanide,
- E) 0 bis 1,9 Gew.-%, bevorzugt 0,0005 bis 1,5 Gew.-% färbende Zusätze.

[0033] Die Summe der Gew.-% der Komponenten (A) bis (E) muss sich zu 100 ergänzen.

[0034] Unter Komponente (E) der Zusammensetzung (1) sind färbende Oxide aus Elementen der Gruppe Pr, Er, Fe, Co, Ni, Ti, V, Cr, Cu, Mn zu verstehen, wobei bevorzugt Fe_2O_3 , Er_2O_3 oder MnO_2 eingesetzt werden.

- [0035] Ferner ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von keramischem Zahnersatz, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rohling der Zusammensetzung (1) durch geeignete Bearbeitungsmaßnahmen in ein schwingsangepasstes, vergrößertes Modell des endgültigen Zahnersatzes umgearbeitet wird und anschließend zu seinen Enddimensionen dichtgesintert wird.

5 [0036] Die technische Herstellung der Zusammensetzung (1) gelingt durch Auflösen der in käuflichem Zirkonsand enthaltenen Komponenten (A) und (B) der Zusammensetzung (1) mit HCl, mechanischer Abtrennung der schwerlöslichen Verunreinigungen und Vereinigung mit den nach Behandlung mit HCl ebenfalls als Oxichloride bzw. Chloride vorliegenden Additiven (C) und (D) als wässrige, stark saure Lösung.

10 [0037] Färbend wirkende Zusätze gemäß Komponente (E) werden anschließend ebenfalls als Chloridc, erhalten durch Auflösung in HCl, zugesetzt.

15 [0038] Es schließt sich eine Kofällung der gelösten Komponenten durch Hydrolyse, Kalzination des Fällungsproduktes, Mahlung des Kalzinates auf die gewünschte Endfeinheit sowie unter Verwendung von temporären Gleit- und Bindemitteln ein Sprührohenprozess an.

20 [0039] Das auf diese Weise erhaltene Granulat kann mit bekannten Pressverfahren in die gewünschte Vorform gebracht werden. Diese Presslinge werden durch eine binderabhängige Wärmebehandlung entbindert und bei einer Temperatur zwischen 850°C und 1000°C, vorzugsweise zwischen 950°C und 980°C beispielsweise mit 0,5 bis 4 h Haltezeit vorgesintert.

25 [0040] Keramikpulver enthaltend die Komponenten (A) bis (D) sind auch käuflich erwerbar (Fa. Tosoh, Tokio, Japan).

20 [0041] Die mit gebräuchlichen Verfahren, beispielsweise CAD/CAM oder Kopierfräsen bearbeiteten Rohlinge werden bei 1300°C bis 1650°C, besonders bevorzugt 1350°C bis 1550°C beispielsweise mit 1 bis 3 h Haltezeit dichtgesintert.

[0042] Vorzugsweise vor dem Dichtsintern können ästhetische Maßnahmen, wie beispielsweise das individuelle Einfarben, vorgenommen werden.

25 [0043] Die Erfindung wird nachfolgend durch Beispiele näher erläutert, ohne dass sie durch diese beschränkt werden soll.

[0044] Angaben zu Festigkeiten, insbesondere Bruchfestigkeiten im Rahmen dieser Ausführungen beziehen sich auf den "Punch on three ball Test" gemäß ISO 6872.

Herstellungsbeispiele 1 und 2

Zirkonoxidkeramik mit Aluminiumoxidanteil

- [0045] Bei Herstellung der Vorkörper im Labormaßstab wird bereits von reinen Chloriden, Oxichloriden oder Nitraten ausgegangen, im Beispiel werden Chloride eingesetzt.
[0046] Um ca. 200 g fertigdotiertes Pressgranulat zu erhalten, werden die Komponenten gemäß folgender Tabelle in destilliertem Wasser gelöst:

Nr.	M(ZrCl ₄) [g]	M(YCl ₃ · 6 H ₂ O) [g]	M(AlCl ₃) [g]	M(FeCl ₃) [g]	M(ErCl ₃) [g]
1 [Gefärbt] (%-Anteil als Oxid)	355,6 (94,0)	33,4 (5,17)	0,65 (0,25)	0,77 (0,2)	0,29 (0,38)
2 [Ungefärbt] (%-Anteil als Oxid)	357,66 (94,55)	33,36 (5,20)	0,65 (0,25)	0	0
Komponente	(A)	(C)	(D)	(E)	(E)

- [0047] Es schließt sich eine Kofällung der gelösten Komponenten durch Hydrolyse an, wobei die vorgenannte Lösung mit 32 l 6-molarer wässriger NH_4OH -Lösung versetzt wird. Dabei ist ein mindestens 30-facher Überschuss der OH^- -Konzentration gegenüber dem stöchiometrischen Bedarf empfohlen. Das Fällungsprodukt muss anschließend Cl^- -frei gewaschen werden. Die Kalzination des Fällungsproduktes erfolgt bei 700°C über 0,75 Stunden, gefolgt von einer Mahlgangswaschen und Trocknung des Kalzinates auf eine Endfeinheit von $D_{50} = 0,6 \mu\text{m}$ sowie von einem Sprührohrprozess unter Verwendung von temporären Gleit- und Bindemitteln (hier: 2,0 Gew.-% PVA, 0,15 Gew.-% Ölsäure bezogen auf Oxidversatz).

[0048] Das erhaltene Granulat wird mit einer isostatischen Presse in Rohlinge der Abmessungen $d = 31 \text{ mm}$ und $l = 150 \text{ mm}$ gebracht.

[0049] Die Presslinge werden durch eine Wärmebehandlung (Aufheizrate: 4 K/min bis 650°C, 1 h Haltezeit) entbindert und bei einer Temperatur bei 970°C mit 0,5 h Haltezeit vorgesintert.

Verfahrensbeispiele

- [0050] Zur Herstellung von passgenauen Brücken werden nach den Herstellungsbeispielen 1 und 2 hergestellten Rohlinge mit einem CAD/CAM-System durch Fräsen oder Schleifen bearbeitet und unter den folgenden Parametern dicht gesintert:

Aufheizrate: 10 K/min bis Endtemperatur: 1500°C

Haltezeit bei Endtemperatur: 2 h

[0051] Das Ergebnis ist in beiden Fällen ein extrem passgenauer Zahnersatz mit hoher Festigkeit ($\sigma > 1000 \text{ MPa}$).

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz, umfassend die Schritte:
 - a) Bereitstellung eines Rohlings,
 - b) Bearbeiten des Rohlings durch fräsende Verfahren,
 - c) Dichtsintern des Rohlings in einem Temperaturbereich von 1300 bis 1650°C, wobei der Rohling ein vorgesintertes Material umfasst und eine Rohbruchfestigkeit von 15 bis 30 MPa aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Rohling eine Rohbruchfestigkeit von 23 bis 28 MPa aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei bei der fräsenden Bearbeitung des Rohlings das Werkzeug der Bearbeitungsmaschine mit einer Drehzahl von 5000 bis 40 000 Upm und einer Vorschubgeschwindigkeit von 20 bis 5000 mm/min bei der Grobbearbeitung und einer Drehzahl von 5000 bis 50 000 Upm und einer Vorschuhgeschwindigkeit von 20 bis 5000 mm/min bei der Feinbearbeitung sowie jeweils mit einem Fräserdurchmesser von 0,8 bis 4 mm arbeitet.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Rohling von der mit dem Zahnstumpf in Berührung stehenden Seite und von der nicht mit dem Zahnstumpf in Berührung stehenden Seite bearbeitet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der vorgesinterte Rohling aus Zirkonoxid- oder Aluminiumoxidkeramik besteht.
6. Zahnersatzteil, herstellbar nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5.
7. Vorgesinterter Rohling aus Zirkonoxidkeramik, enthaltend:
 - A) 91 bis 98,45 Gew.-% Zirkonoxid,
 - B) 0 bis 3,5 Gew.-% Hafniumoxid,
 - C) 1,5 bis 6,0 Gew.-% Yttriumoxid,
 - D) 0,05 bis 0,50 Gew.-% mindestens eines der Oxide der Elemente Aluminium, Gallium, Germanium, Indium, Zinn, Blei, der Lanthanide,
 - E) 0 bis 1,9 Gew.-% färbende Zusätze (als Oxide gerechnet), wobei sich die Gew.-% zu 100 ergänzen müssen und der Rohling eine Rohbruchfestigkeit von 15 bis 30 MPa aufweist.
8. Vorgesinterter Rohling nach Anspruch 7, wobei er
 - A) 91 bis 98,35 Gew.-% Zirkonoxid,
 - B) 0 bis 2,5 Gew.-% Hafniumoxid,
 - C) 1,5 bis 6,0 Gew.-% Yttriumoxid,
 - D) 0,15 bis 0,50 Gew.-% mindestens eines der Oxide der Elemente Aluminium, Gallium, Germanium, Indium, Zinn, Blei, der Lanthanide,
 - E) 0 bis 1,9 Gew.-% färbende Zusätze
 enthält, wobei sich die Gew.-% zu 100 ergänzen müssen.
9. Vorgesinterter Rohling nach Anspruch 7, wobei er
 - A) 91 bis 98,45 Gew.-% Zirkonoxid,
 - B) 0 bis 3,5 Gew.-% Hafniumoxid,
 - C) 1,5 bis 6,0 Gew.-% Yttriumoxid,
 - D) 0,05 bis 0,50 Gew.-% Aluminiumoxid,
 - E) 0 bis 1,9 Gew.-% färbende Zusätze
 enthält, wobei sich die Gew.-% zu 100 ergänzen müssen.
10. Vorgesinterter Rohling nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei er eine Rohbruchfestigkeit von 25 bis 28 MPa aufweist.
11. Vorgesinterter Rohling nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei er durch Sinterung bei einer Temperatur von 850°C bis 1000°C erhalten wird.
12. Vorgesinterter Rohling nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei er eine Abweichung von der Linearität des Schrumpfes pro Raumrichtung unter 0,05% aufweist.
13. Verwendung eines Rohlings aus vorgesintertem Material mit einer Rohbruchfestigkeit von 15 bis 30 MPa in einem Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz, wobei der Rohling vor dem Dichtsintern bearbeitet wird.
14. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Rohling nach einem der Ansprüche 7 bis 12 durch fräsende Bearbeitung in ein schwindungsangepasstes, vergrößertes Modell des endgültigen Zahnersatzes umgearbeitet und zu seinen Enddimensionen dichtgesintert wird.
15. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatz nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Rohling nach einem der Ansprüche 7 bis 12 durch CAD/CAM-Verfahren in ein schwindungsangepasstes, vergrößertes Modell des endgültigen Zahnersatzes umgearbeitet und zu seinen Enddimensionen dichtgesintert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, wobei der vorgesinterte Rohling nach dem Bearbeiten ästhetisch nachbearbeitet und zu seinen Enddimensionen dichtgesintert wird.

65

- Leerseite -